جغرافیا و مخاطرات محیطی، شمارۀ سی و سوم، بهار ۱۳۹۹

صص ۱۵۳- ۱۳۹

DOI: https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.79993

مقاله پژوهشی

بررسی خصوصیات شیمیایی و کانی‌شناسی گرد و غبار ورودی به شمال شرق ایران و پتانسیل بیماری‌زایی آن

ملیحه باغی - دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

علیرضا راشکی[۱] - استادیار بیابان‌زدایی، گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

محمد حسین محمودی قرایی – دانشیار ژئوشیمی رسوبی و محیط زیست، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱۹ تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۶/٤

چکیده

پدیده گرد و غبار یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی جهان بخصوص در حاشیه بیابان‌ها و اقلیم خشک و نیمه خشک است. در فصل تابستان، طوفان‌های گرد و غبار ناشی از وزش بادهای صدو بیست که از بیابان قره‌قوم در جنوب ترکمنستان و بعضاً بستر خشک دریاچه آرال سرچشمه می‌گیرند، بخش شمال شرقی ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند و شرایط زیست ساکنان این مناطق را به مخاطره می‌اندازند. به‌منظور درک تأثیر گردوغبار بر سلامت، خصوصیات شیمیایی گردوغبار ورودی به این مناطق مورد بررسی قرارگرفته است. بدین منظور اقدام به نصب نمونه بردار در مرز ایران و ترکمنستان (سرخس) و ایران و افغانستان (تایباد) گردید و نمونه برداری از تیر تا مهرماه ۱۳۹٦ به صورت ماهانه انجام گرفت و خصوصیات کانی‌شناسی و شیمیایی گرد و غبار با استفاده از روش‌های ICP و XRD انجام گرفت. نتایج نشان داد که در بین عناصر اصلی کلسیم، آلومینیم و سیلیسیم به ترتیب درصد بیشتری داشته و مقدار قابل توجهی از عناصر کمیاب B، S، Ba و Sr نسبت به دیگر عناصر در منطقه وجود دارند. کانی‌های کوارتز، کلسیت، دولومیت و مونت-موریلونیت درصد بیشتری را نسبت به کانی‌های دیگر در بین نمونه‌های مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. وجود عناصر سنگین نظیر آرسنیک، سرب، تنگستن، کادمیوم وآهن در نمونه‌های گرد و غبار در غلظت‌های بالا احتمال بروز سینوزیت، برونشیت، آسم و آلرژی و صدمه به عملکرد دفاعی ماکروفاژها که منجر به افزایش عفونت‌های بیمارستانی می‌گردد را افزایش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: گرد و غبار، شمال شرق ایران، سرخس، خصوصیات شیمیایی، XRD، سلامت

---

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۵٤۲۵٦۱۹ Email: a.rashki @um.ac.ir

۱- مقدمه

انتقال و رسوب‌گذاری گردوغبار یک مسئله مهم در رابطه با اقلیم، سلامت انسان و اکوسیستم شناخته می‌شود. گردوغبار منتقل‌شده تأثیر قابل‌توجهی در اکوسیستم و چرخه‌های بیوژئوشیمیایی زمین دارد (لاورنس و نف[1]، ۲۰۰۹ f). فرسایش بادی ترجیحاً ذرات ریز خاک را که اغلب غنی از عناصر کمیاب می‌باشند از خاک حذف می‌کند (لی [2]و همکاران ۲۰۰۸). برآورد شده است که سالانه ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ تن آئروسل معدنی در داخل جو در سراسر جهان منتشر می‌شـود (المیدا[3]، ۱۹۸۷; جونز[4] و همکاران، ۱۹۹۵) که می‌تواند در مسـافت‌های طولانی منتقل شـود (پروسـپرو[5]، ۱۹۹۹). این انتقال می‌تواند درون یک قاره و یا بین قاره‌ایی باشـد بطوریکه گرد و غبار می‌تواند از شمال آفریقای به خاورمیانه و به آسیای شرقی نیز برسد (تناکا[6]، ۲۰۰۵).

نقش گردوغبار در فرآیندهای اتمسـفری به انواع پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، توزیع اندازه، منابع گردوغبار و ترکیب فرایندها در اتمسفر بستگی دارد (راشکی و همکاران، ۲۰۱۳). ترکیب شیمیایی مواد معلق تابعی از منابع انتشار و واکنش‌های شیمیایی است که در اتمسفر صورت می‌گیرد. ترکیب کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار ترسیب یافته در شهر اهواز عمدتاً شامل کلسیت، کوارتز و فلدسپات است (کریمیان، ۱۳۹۵). بر اساس بررسی‌های کانی‌شناسی غبار مناطق مختلف شهر کرمان، کانی‌های کوارتز، کلسیت، فلدسپات، پیرکسن، میکا، زئولیت، سیلیکات‌های کلسیم‌آبدار و کانی‌های رسـی بیشـترین میزان ذرات غبار را به خود اختصـاص می‌دهند (رضـایی و همکاران، ۱۳۹۲). سیلیکات (کوارتز) و کربنات (کلسیت) بیش‌ترین فراوانی ذرات گرد و غبار در بیرجند رادارند (دنیایی و پورخباز، ۲۰۱۷). گرد و غبار روی عوامل متعددی چون سلامت بشر، اقتصاد، کشاورزی و ... تأثیرگذار است، برخی از آلاینده‌های گردوغبار زمـانی که از روی مناطق مسـکونی عبور می‌کنند بر سـلامت انسـان تأثیر منفی می‌گذارند (لارنی[7]، ۱۹۹۹). این گردوغبارها شـامل مقادیر زیادی نمک، مواد معدنی و آلی و از همه مهم‌تر پاتوژن‌ها و آلاینده‌های انسـانی شـامل آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین، ایزوتوپ‌های رادیواکتیو می‌باشد (زادی[8] و همکاران، ۲۰۰۱).

مناطق وسـیعی از جنوب ترکمنستان، شرق ایران و غرب افغانستان تحت جریان‌های بادی تحت عنوان بادهای صدوبیست روزه می‌باشد که عمدتاً در از اواخر فصل بهار تا انتهای فصل تابستان وزش دارند. این بادها در اثر یک مرکز کم‌فشـار نسـبتاً قوی در جنوب شـرق ایران و همچنین دو مرکز پرفشار یکی بر روی دریای خزر و دیگری در

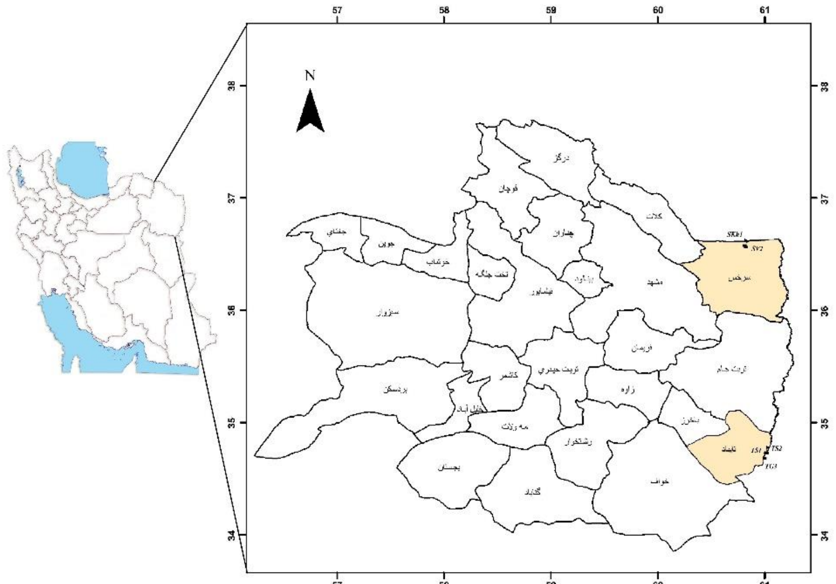
1 Lawrenc and Neff
2 Li
3 Almeida
4 Jones
5 Prospero
6 Tanaka
7 Larney
8 Zaady

ارتفاعات کوه‌های هندوکش می‌باشد که در این میان نقش فرابار روی دریای خزر از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد و این جریان‌ها باعث وقوع گردوغبار می‌گردند. (اورلووسکی[1]، ۲۰۰٤ ; راشکی و همکاران، ۲۰۱۵،۲۰۱۸; کاسکوتیس[2] و همکاران، ۲۰۱٦; حسین زاده، ۱۳۷٦). طوفان‌های وسیع گردوغبار منشأ گرفته از بیابان قره‌قوم درجنوب ترکمنستان و بستر خشک دریاچه آرال، عمدتاً بخش شمال شرقی ایران تا مرزهای افغانستان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (معصومی و همکاران ۲۰۱۳; اورلووسکی، ۲۰۰۲ ، راشکی و همکاران، ۲۰۱۵). این گرد و غبار سلامت ساکنین مناطق شرقی ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد بخصوص اینکه ممکن است این گرد و غبار از مناطق بسیار آلوده از جمله دریاچه آرال (معصومی و همکاران ۲۰۱۳، اورلووسکی، ۲۰۰۲) سرچشمه گرفته باشد. در این مطالعه هدف بررسی خصوصیات شیمیایی و کانی‌شناسی گرد و غبار و در نهایت بررسی اثرات احتمالی آن بر ساکنین منطقه است. در منطقه مورد مطالعه تا کنون مطالعه‌ای در زمینه خصوصیات شیمیایی گرد و غبار ورودی به کشور انجام نشده و با توجه به موقعیت استراتژیک منطقه این بررسی ضروری به نظر می‌رسد.

۱-۲- منطقه مورد مطالعه

شرق خراسان بزرگ تحت تأثیر جریان‌های بادی شدیدی است که معمولاً به بادهای ۱۲۰ روزه و یا باد لوار معروف هستند. این بادها معمولاً در فصل بهار و مخصوصاً فصل تابستان از جهت شمال به جنوب وزش دارند و در انتها منجر به وقوع طوفان‌های گرد و غبار بخصوص در منطقه سیستان می‌گردند اما بیابان‌هایی که در کشور ترکمنستان وجود دارد بخصوص بیابان قره قوم یکی از مناطق عمده انتشار گرد و غبار در شرق خراسان معرفی گردیده‌است (معصومی و همکاران ۲۰۱۳) اما در کنار آن منابع محلی دیگری در کشور افغانستان و همچنین در کشور ایران از جمله مناطق غبار خیز هستند. شهرستان سرخس به عنوان شرقی‌ترین شهرستان خراسان رضوی اولین منطقه‌ایی می‌باشد که تحت تأثیر این گرد و غبار ورودی از کشور ترکمنستان قرار می‌گیرد و بعد از آن شهرستان تایباد به دلیل همجواری با کشور افغانستان نیز می‌تواند گرد و غبار کشور افغانستان را دریافت کند. بدلایل ذکر شده این دو منطقه به عنوان مناطق مورد مطالعه و نمونه برداری گرد و غبار انتخاب شدند.

1 Orlovsky
2 Kaskaoutis



شکل ۱- نقشه موقعیت نصب نمونه‌گیرها

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- گلبادها

گلباد مدل و نموداری برای تشـکیل وضعیت سرعت[1] و جهت باد[2] در زمان‌های مختلف است. با این روش ما می‌توانیم به یک دید کلی از شرایط باد منطقه مورد نظر برسیم. برای تشخیص جهت و فراوانی بادهای حامل گرد و غبار منطقه و رسـم گلباد آن‌ها، ابتدا داده‌های گردوغباری در دوره آماری ۳۲ ساله از سال ۱۹۸٤ تا ۲۰۱٦ مربوط به ایسـتگاه هواشـناسـی سـرخس و ۱۹۸٤ تا ۲۰۰۵ مربوط به ایسـتگاه هواشناسی تایباد به صورت ساعتی از سازمان هواشناسی ایران دریافت شد و مورد پردازش قرار گرفت. گلباد ایستگاه‌ها در روزهای گرد و غباری در هشت جهت جغرافیایی رسم گردیدند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

۲-۲- مسیریابی گرد و غبار با استفاده از مدل HYSPLIT

طوفان‌های قوی می‌توانند شن‌های نرم را از سطوح خشک برداشت کنند. شن و غبار بلند شده بسته به ویژگی‌های باد (سرعت و جهت) به مناطق دیگر منتقل می‌شوند. با توجه به گرد وغبار به‌عنوان یک جسم در حال حرکت در فضا و زمان، محاسبه مسیر حرکت آن می‌تواند جهت تعیین مسیری که در ادامه طی می‌کند مورد استفاده قرار بگیرد. یکی از مدل‌های شبیه‌سازی پراکنش و نشست کاربردی درزمینۀ مدل‌سازی گرد وغبار منطقه‌ای و جهانی، مدل HYSPLIT

1 Wind Speed(FF)
2 Wind Direction(DD)

است، این روش برای تخمین خط سیر طوفان‌ها بکار می‌رود (اشرفی و همکاران ۲۰۱٤) در هواشناسی دینامیک و در مکانیک سیالات دو رهیافت اصلی در مطالعهٔ سیالات وجود دارد: رهیافت اویلری و رهیافت لاگرانژی)لاگرانژینی) در چارچوب لاگرانژی بستهٔ هوا به مثابهٔ یک حباب فرضی است که در هنگام حرکت در اتمسفر دنبال می‌شود. از آنجایی که در رهیافت لاگرانژینی هر ذره در زمان‌های مختلف موقعیت‌های متفاوتی خواهد داشت، بنابراین رهیافت لاگرانژینی این امکان را فراهم می‌کند که مدل‌های پایهٔ لاگرانژی پس از انتخاب ذره در موقعیت مکا نی و زمانی خاص، حرکت آن را در گام‌های زمانی دلخواه به سمت آینده روش Forward یا به سمت زمان‌های گذشته Backward ردیابی کنند (کیخسروی و میرزایی، ۱۳۹٤). جهت ردیابی حرکت توده‌های هوا در زمان وقوع طوفان‌های گرد و غبار در منطقه مدل لاگرانژینی HYSPLIT به‌کار گرفته شد. برای این منظور، بعد شناسایی روزهای گرد و غبار در ایستگاه مورد بررسی، با استفاده از مدل پسگرد (Backward) HYSPLIT، خط سیر حرکت توده‌های هوا در سه ارتفاع اولیه ۵۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ متر بالاتر از سطح ایستگاه تا ۷۲ ساعت قبل از وقوع طوفان‌های گرد و غبار با گام‌های زمانی ٦ ساعته، از جولای تا اکتبر (از ۹تیر تا ۳۰ مهر) ۲۰۱۷ محاسبه و نقشه آن‌ها در بازه نمونه‌برداری تهیه و ترسیم گردید. به‌طور کلی، در استفاده از مدل لاگرانژینی HYSPLIT، برای نمونه‌های سال ۲۰۰٦ و بالاتر از داده‌های GDAS[1] (سامانه یکپارچه‌سازی داده‌های جهانی)، و برای نمونه‌های قبل از سال ۲۰۰٦ علت در دسترس نبودن داده‌های GDAS از داده‌های Reanalysis global data استفاده شده است. داده‌های خروجی مدل آنلاین هیسپلیت از سایت (http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_ traj. php) دانلود گردید.

۲-۳- نمونه برداری ریزگرد

برای تعیین خصـوصـیات شـیمیایی گرد وغبار، تجهیزات نمونه برداری مناسب در جهت باد غالب در مرزهای شمال شرقی کشور، نزدیک مرز ترکمنستان و افغانستان در تابستان که فراوانی وقوع پدیده گردوغبار بالاست طراحی و ساخته شد که شامل ٤ دستگاه نمونه بردار عبوری (تله‌های رسوب‌گیر سیفونی شکل) و ۵ دستگاه نمونه بردار ته نشینی (نمونه‌بردارهای قیفی شکل) می‌باشد. برداشت نمونه‌های جمع آوری شده از تجهیزات در طول یک دوره ٤ ماهه از تیر ماه ۱۳۹٦ به صورت ماهانه انجام گردید. در پایان مهر ماه تعداد ٢٦ نمونه جمع آوری شد. در نهایت تعداد ۷ نمونه که از لحاظ مقدار و دانه بندی برای آنالیز مناسب بودند انتخاب و جهت آنالیز به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی ارسال گردید.

1 Global Data Assimilation System

جدول ۱- نمونه‌های ارسال شده به آزمایشگاه

مشخصات نمونه	کد نمونه	شماره نمونه
نمونه عبوری تایباد	TP	1
نمونه ته نشینی تایباد	TD	2
نمونه عبوری سرخس A	SPA	3
نمونه گمرک تایباد	TG	4
نمونه ته نشینی سرخس B	SDB	5
نمونه ته نشینی سرخس A	SDA	6
نمونه عبوری سرخس B	SPB	7

۲-٤- مطالعات آزمایشگاهی

۲-٤-۱- آزمایش (ICP)

آنالیز شیمیایی ذرات گرد و غبار می‌تواند فلزات سنگین و همچنین عناصر کمیاب که معمولاً برای سلامتی انسان‌ها مضـر هسـتند را شناسایی کند (راشکی و همکاران ۲۰۱۳). تعیین ترکیب شیمیایی ذرات گرد و غبار برای مشخص شدن منابع احتمالی گرد و غبار، مدل سازی کیفیت آب و هوا و درک اثرات احتمالی گرد و غبار بر سلامت، خاک، بارش، بیوشیمی اقیانوس و پدیده هوازدگی مهم است (گودی و میدلتون[1]، ۲۰۰٦).

برای تعیین خصـوصیات شیمایی نمونه‌های گرد و غبار، تعداد ۳ نمونه عبوری و ٤ نمونه ته‌نشینی جهت آنالیز ICP و مشخص شدن عناصر اصلی و فرعی موجود در نمونه‌ها به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی ارسال شد.

۲-٤-۲- آزمایش کانی شناسی (XRD)

آنالیز کانی‌ها توسط XRD[2] یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های غیرمخرب برای کانی‌ها است که بر خصوصیات کانی‌ها از قبیل کوارتز، فلدسپات، کلسیت، دولومیت، رس، نمک و اکسیدهای آهن بی‌اثر می‌باشد (راشکی ۲۰۱۳). تعداد ۳ نمونه جهت آنالیز XRD و مشخص شدن نوع کانی‌های موجود به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی منتقل شد.

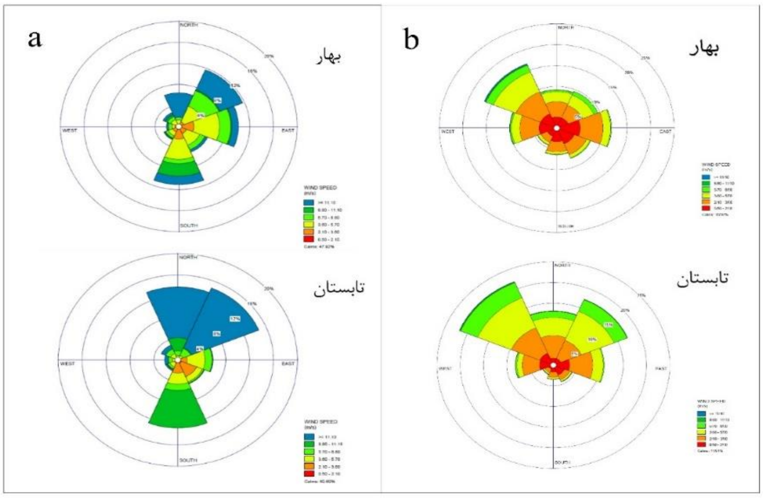
۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی باد منطقه

از آنجایی که رخدادهای گرد و غبار بیشتر در فصول بهار و تابستان منطقه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و در تایباد این پدیده در این فصول از مرزهای شرقی وارد منطقه می‌شود در نتیجه گلباد فصل بهار و تابستان مورد بررسی

1 Goudie & Middleton
2 X-ray Diffraction

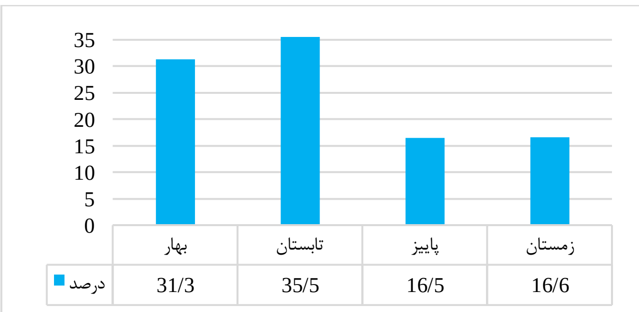
قرار گرفت. گلباد سرخس نشان می‌دهد که باد غالب در تمام طول سال از شمال غرب می‌وزد و بیشترین سرعت باد مربوط به فصل تابستان است. در تایباد باد غالب در بهار از سمت شمال شرق می‌وزد، در فصل تابستان نیز باد غالب شمال شرقی است اما باد شمالی نیز مقدار قابل توجهی را به خود اختصاص داده است که هر دو این جهات سرعت بیش از ۱۱m/s است.



شکل ۳- گلباد تایباد در فصل بهار و تابستان از سال ۱۹۸٤ تا ۲۰۰۵ شکل (a) و گلباد سرخس در فصل بهار و تابستان از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ شکل (b)

۳-۲- بررسی گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه

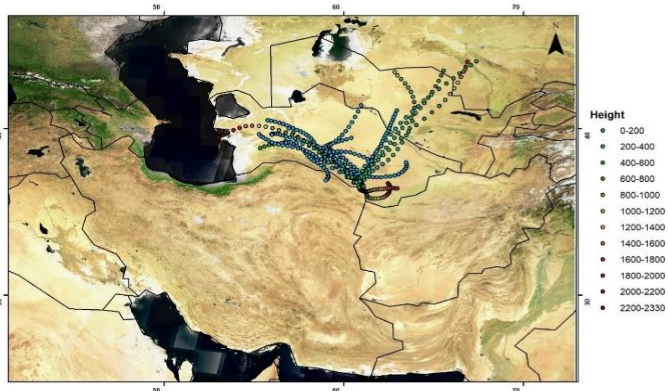
قابلیت دید در فصل تابستان کاهش بیشتری نسبت به سایر فصل‌ها دارد به طوری که روزهای همراه با گرد و غبار در این ماه‌ها درصد بالایی را نشان می‌دهد. در مقابل فصل پاییز کمترین روزهای گردوغباری را دارد. با توجه به اینکه بادهای غالب منطقه و سرعت باد در این زمان بیشترین مقدار است انتظار می‌رود که روزهای گرد و غباری بیشتر در تابستان رخ دهد.



شکل ۵- نمودار بررسی فصلی گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه در طی دوره آماری ۳۲ ساله (۱۹۸٤ تا ۲۰۱٦)

۳-۳- پایش ذرات گرد و غبار با استفاده از مدل HYSPLIT:

شکل ۸ مدل HYSPLIT روزهای گرد وغباری در بازه نمونه برداری بر اساس ارتفاع را نشان می‌دهد. بخش عمده ذرات منتقل شده از ترکمنستان و بخش کوچکی نیز از ازبکستان به سمت سرخس حرکت کرده‌اند. با توجه به مسیر حمل ذرات براساس ارتفاع که در محدوده ترکمنستان پایین‌ترین ارتفاع را دارا است و به صفر می‌رسد احتمال می‌رود که ذرات گرد و غبار از این منطقه بارگیری شده به سمت سرخس حرکت کرده است.

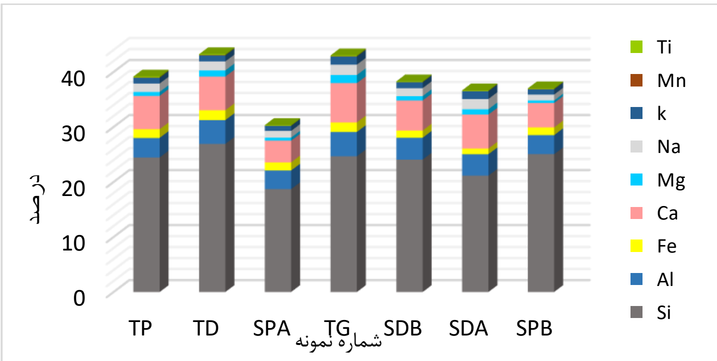


شکل ۸- مدل HYSPLIT روزهای گرد و غباری در بازه نمونه برداری

۳-٤- ترکیب شیمیایی

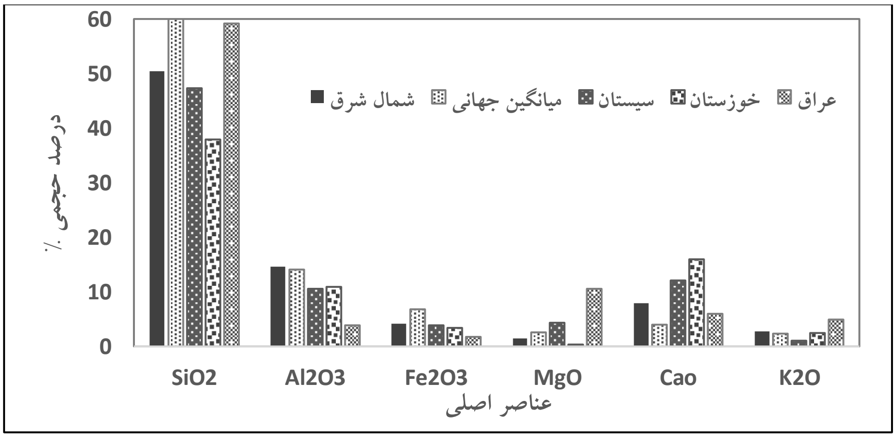
۳-٤-۱ عناصر اصلی

مطالعات دانشـمندان نشـان‌داده است که ترکیب عناصر اصلی گردوغبار جهانی شامل SiO_2 (۵۹/۹۹ ٪)، Al_2O_3 (۱٤/۱۳ ٪)، Fe_2O_3 (٦/۸۵ ٪)، CaO (۳/۹٤ ٪)، MgO (۲/٦۰ ٪) و K_2O (۲/۳۵ ٪) می‌باشـد (گودی و میدلتون، ۲۰۰٦). طی آنالیز شـیمیایی نمونه‌های گرد و غبار جمع آوری شده از تیر تا مهر ۱۳۹٦ در منطقه سرخس و تایباد، ۹ عنصر اصلی شناسایی شد. در شکل ۹ درصد عناصر اصلی حاصل از آنالیز ICP گرد و غبار قرار داده شده است.



شکل ۹- نمودار ستونی درصد عناصر اصلی موجود در نمونه‌های گرد و غبار

شکل ۱۰ مقایسه شش عنصر اصلی SiO_2، CaO، Al_2O_3، Fe_2O_3، MgO و K_2O منطقه مورد مطالعه را با سیستان واقع در جنوب شرقی ایران، منطقه خوزستان در جنوب غربی ایران، عراق و همچنین با میانگین جهانی نشان می‌دهد (راشکی و همکاران ۲۰۱۳– زراسوندی و همکاران ۲۰۱۱– اواد[۱]، ۲۰۱۲). مقدار SiO_2 در منطقه مورد مطالعه (۵۰/۴۳ ٪) می‌باشد که از سیستان در جنوب شرق ایران (۴۷ ٪) و خوزستان در جنوب غرب ایران (۳۸ ٪) بیشتر و از میانگین جهانی (۵۹/۹۹ ٪) و عراق (۵۹/۲ ٪) کمتر می‌باشد؛ بنابراین مقدار کانی کوارتز در گرد و غبار ایران کمتر میانگین جهانی است. Al_2O_3 در شمال شرق بیشترین مقدار را دارد (۱۴/۵۸ ٪) و میانگین جهانی آن ۱۴/۱۳ ٪ است، این مقدار تقریباً با میانگین جهانی برابر است ولی از سایر مناطق بیشتر است. میانگین جهانی Fe_2O_3 (۶/۸ ٪) بیشتر از مقدار آن در شمال شرق، سیستان و خوزستان و عراق می‌باشد. مقدار MgO (۱/۴۴ ٪) منطقه از میانگین جهانی (۲/۶۰ ٪)، سیستان (۴/۳ ٪) و خوزستان (۱۰/۵۷ ٪) کمتر و از عراق (۰/۳ ٪) بیشتر است. مقدار CaO در منطقه (۷/۸۶ ٪) می‌باشد که از مقدار جهانی و خوزستان بیشتر است، تقریباً ۲ برابر درصد جهانی است و از سیستان و عراق کمتر است. میانگین جهانی CaO کمتر از مناطق ذکر شده در ایران و عراق است. دلیل این امر می‌تواند منشاء بیابانی اکثر ذرات گرد و غبار در ایران باشد. بارندگی در بیابان و در فصل تابستان جداسازی ترکیبات کلسیم‌دار را تسهیل می‌کند و باعث افزایش Ca در گرد و غبار منشاء گرفته از بیابان می‌شود (وو[۲] و همکاران، ۲۰۰۹). K_2O در شمال شرق (۲/۷۷ ٪) تقریباً با مقدار جهانی و عراق برابر است، از سیستان (۱ ٪) بیشتر و از خوزستان (۴/۸۷ ٪) کمتر است. این عنصر در این مناطق کمتر از ۵ ٪ را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۱۰- مقایسه برخی از عناصر اصلی منطقه مورد مطالعه با منطقه سیستان، خوزستان و میانگین جهانی و عراق

1 . Awadh
2 . Wu

مقایســه عناصر اصلی گرد و غبار منطقه مورد مطالعه با مطالعه اوپ[1] و همکاران، ۲۰۱٦ نشان می‌دهد که میزان عناصــر Ca (٪ ۱۷–۱۱)، Mg (٪ ٦–۳)، Na (٪ ۹–٦)، K (٪ ۲–۱) در ازبکســتان در مقایسه با منطقه مورد مطالعه بسیار بالا بوده و تنها میزان پتاسیم با منطقه مورد مطالعه هم‌خوانی دارد.

۳–٤–۲- عناصر کمیاب

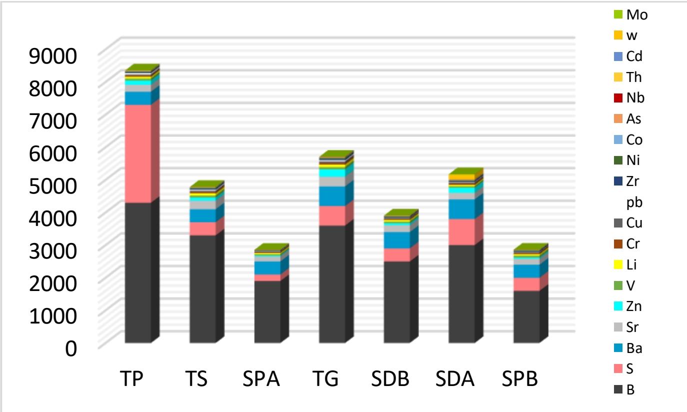
درصــد زیادی از عناصــر کمیاب بواســطه هوازدگی و فرســایش ســنگ‌های آذرین و دگرگونی بوجود می‌آیند (کاسـپر[2]، ۲۰۰۸). آنالیز عناصر کمیاب خاک می‌تواند در ارزیابی منشاء رسوبات گرد و غبار به ما کمک کند (وو[3] و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج نشان می‌دهد که مقدار قابل توجهی از عناصر کمیاب B، S،Ba و Sr نسبت به دیگر عناصر در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری در منطقه وجود دارند؛ غبار استرانسیم موجود در هوا در اثر فعالیت‌های انسانی مانند ســوختن زغال و نفت حاصــل می‌شــود؛ بعلاوه این عنصــر در اثر هوازدگی ســنگ‌ها نیز بوجود می‌آید. داده‌های ایزوتوپ‌های استرانسیم نشان می‌دهد که ۵۰–۷۰ درصد مقادیر موجود در سیلیکات‌های موجود در ۲۵ سانتی‌متری بالایی پروفیل خاک به اتمسفر منتقل می‌شود؛ بنابراین افزایش سیلیکات‌ها در خاک منجر به افزایش استرانسیم موجود در جو می‌شود (اسمعیل زاده حسینی و همکاران ۱۳۹۷). زیرکونیم در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی‌شود و منبع مهم آن کانی‌های سیلیکاتی می‌باشد (موچان[4] و همکاران، ۱۹٦۹) و عنصر SiO_2 علت حضور آن در منطقه است.

در بین عناصــر کمیاب دو عنصــر تنگســتن و مولیبدن تنها در نمونه‌گیر ته‌نشــینی خانگیران ســرخس (SDA) مشــاهده شده است. طبق بررسی‌های آزمایشگاهی و تکرار آزمایش مشخص شد که وجود این دو عنصر در نمونه حاصــل خطای آزمایشی نبوده و جزئی از عناصر نمونه هستند. از آنجایی که نمونه‌گیر عبوری (SPA) با فاصله یک متر و نمونه گیر دیگری (نمونه‌گیر B) با فاصله حدود یک کیلومتری این نمونه‌گیر قرار داشته است و فاصله زیادی از هم ندارند احتمالاً منشــأ گردوغبار که در این نمونه‌گیر ته‌نشین شده با سایر نمونه‌گیرها متفاوت است و منشأ محلی ندارد.

وجود مقادیر زیاد عناصر در نمونه‌های ته‌نشینی هر دو منطقه نسبت به عبوری به دلیل این است که نمونه‌گیرهای عبوری در جهت باد غالب قرار دارند و تنها ذرات گردوغباری که توسط باد غالب حمل می‌شوند را دریافت می‌کنند و اینکه نمونه‌گیرهای عبوری ذرات گرد و غبار را از ارتفاع کمتر دریافت می‌کنند ولی نمونه‌گیرهای ته‌نشینی ذرات از ارتفاعات زیاد ته‌نشین می‌شود و گرد و غبار از همه جهات وارد آن می‌شود. این مسئله کارایی نمونه‌گیرهای ته‌نشینی نسبت به عبوری در منطقه را نشان می‌دهد.

1 Opp
2 Kasper
3 Wu
4 Movchan

وجود عناصر بیشتر در نمونه‌های گمرک نسبت به دو نمونه‌گیری که در تایباد نصب شده به این علت است که کمرگ محل ترانزیت است ولی محل نصب نمونه‌گیرهای دیگر یک منطقه حفاظت شده است که تردد در آن خیلی کم است. دلیل دیگر اینکه عناصر موجود در نمونه گمرک به مرور زمان در یک بازه زمانی طولانی ته‌نشین شده‌اند در حالی که نمونه‌گیرهای نصب شده در منطقه تنها ٤ ماه نمونه‌گیری کرده‌اند و طبیعتاً میزان عناصر آن نسبت به نمونه‌های دیگر بیشتر خواهد بود.



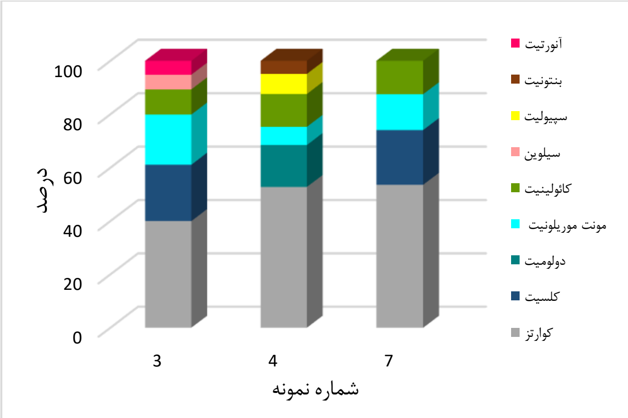
شکل ۱۱- نمودار میزان عناصر کمیاب موجود در نمونه‌های ریزگرد بر حسب ppm

مقایسه عناصر کمیاب منطقه با مطالعه راشکی و همکاران ۲۰۱۳ در جنوب شرق ایران نشان می‌دهد که عناصر S, Cr,Zr , V در جنوب شرق بیشتر از شمال شرق است و عناصر Sr,Ba , Zn, Ni, Pb وCu در شمال شرق بیشتر است. مطالعه رضایی و همکاران ۱۳۹۲ نشان می‌دهد که عناصر Ca, Mg, Zn, Pb, Cr,As وFe در کرمان بیشتر از شمال شرق و عناصر Na, Al,Cd و K در شمال شرق بیشتر است. در مطالعه زراسوندی و همکاران ۲۰۱۱، عناصر Zr,Nb,Co,S,Zn, Cu,Cr, Mo و Th بیشتر از منطقه مورد مطالعه و عناصر Sr, Pb, Ni,Ba وW کمتر از منطقه مورد مطالعه است. وجود عناصر Zn، Cr، Cu،Pb، Ni، As، Cd در ازبکستان (اوپ و همکاران، ۲۰۱٦) و شمال شرق ایران مشابه است ولی میزان این عناصر در ازبکستان کمتر است. دو عنصر لیتیم و بور در منطقه مورد مطالعه وجود دارد در حالی که در سایر مناطق حضور نداشته است.

۳-۵- کانی‌شناسی نمونه‌ها

بر اساس نتایج آنالیز XRD نمونه‌های گرد و غبار ۹ کانی در نمونه‌های گرد و غبار شناسایی شده است. شکل ۱۲ نشان می‌دهد که کوارتز، کلسیت، دولومیت و مونت‌موریلونیت درصد بیشتری را نسبت به کانی‌های دیگر در بین نمونه‌های مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. کانی کوارتز، مونت موریلونیت و کائولینیت در همه نمونه‌های گرد

و غبار موجود می‌باشد. دو نمونه شماره ۳ و ۷ مربوط به سرخس هستند در این نمونه‌ها کانی‌های کلسیت، سیلوین و آنورتیت حضور دارد در حالی که در نمونه شماره ٤ مربوط به تایباد کانی دولومیت، بنتونیت و سپیولیت حضور دارند که در سایر نمونه‌ها نیست.



شکل ۱۲- درصد کانی‌های موجود در نمونه‌های گرد و غبار

کانی کوارتز نسبت به سایر کانی‌ها فراوانی بیشتری در بین نمونه‌ها دارد. کوارتز کانی سیلیکاته‌ای که بعد از فلدسپات دومین کانی فراوان پوسته زمین است. تجزیه و تحلیل شرایط رسوبگذاری بر اساس فراوانی کوارتز روش مطمئن‌تری برای درک شرایط محل غبار است؛ زیرا کوارتز تحت تأثیر فرایندهای هوازدگی و خاکزایی قرار نمی‌گیرد. اندازه و فراوانی کانی کوارتز در جهت وزش باد همواره کاهش می‌یابد (خواجه و همکاران ۱۳۸۳). آنورتیت نوعی فلدسپات پلاژیوکلاز غنی از کلسیم است. پلاژیوکلازها به طور فراوان در سنگ‌های آذرین و دگرگونی و ماسه‌سنگ‌ها یافت می‌شوند. این کانی‌ها در حرارت‌های بالا و در محیط‌های خشک تشکیل می‌شوند. فلدسپات گسترده‌ترین نوع سیلیکات‌ها در پوسته زمین هستند و آن‌ها تقریباً ۵۰ درصد وزن پوسته زمین را تشکیل می‌دهند. از تجزیه شیمیایی فلدسپات‌ها کانی‌های رسی به وجود می‌آید. کانی‌های مونت موریلونیت، کائولینیت، بنتونیت و سپیولیت از دسته کانی‌های رسی هستند. بنتونیت از تبدیل توف‌های ولکانیکی و ترکیبات مونت‌موریلونیت حاصل می‌شوند، تجزیه خاکسترآتشفشانی عموتا در محیط‌های شور و باتلاقی انجام می‌شود. سپیولیت از طریق انتقال منیزیم در آب‌های قلیایی دریاچه‌های غنی از سیلیس تشکیل می‌شود. کلسیت و دولومیت از جمله کانی‌های کربناته هستند که از واکنش شیمیایی یون‌ها در آب‌های گرم و کم عمق به وجود می‌آیند.

با توجه به جهت باد غالب شمال شرقی، خروجی‌های مدل Hysplit و وجود بیابان‌های رسی در شمال سرخس در ترکمنستان (اورلووسکی و همکاران، ۲۰۰۵) ، وجود کانی‌های رسی در این منطقه می‌تواند نشات گرفته از مناطق بالادست در ترکمنستان باشد.

با مقایســه مطالعه راشــکی و همکاران در ســال ۲۰۱۳ بر روی ریزگردهای جنوب شرق ایران، با توجه به نتایج XRD ریزگردهای دو منطقه کانی‌های مشابه کوارتز، کلسیت، دولومیت، پلاژیوکلاز اما در جنوب شرق از نوع آلبیت و در شمال شرق از نوع آنورتیت است. میزان کوارتز در شمال شرق بیشتر از جنوب شرق است. مطالعه رضایی و همکاران در کرمان ۱۳۹۲ بیان گر این اســت که کانی‌های کوارتز، کلسیت، آنورتیت و کانی‌های رسی در دو منطقه وجود دارد. ترکیب کانی شناسی در عراق (اواد، ۲۰۱۲) کوارتز ٤٩,٢، فلدسپات ٤,٩ کلسیت ۳۸ دولومیت ۰٫۸درصد در مقایســه کوارتز و فلدســپات تقریباً برابر و کلســیت بیشتر و دولومیت کمتر از شمال شرق است. نتایج حاصل از بررســی‌های زراسوندی و همکاران نشان داد که ترکیب کانی شناسی ذرات گرد و غبار خوزستان را می‌توان در سه گروه خلاصه کرد. کربنات (بیشتر کلسیت)، سیلیکات (بیشتر کوارتز) و گروه رس‌ها (کانی غالب کائولن) طبقه بندی کرد. در مطالعه شتلار و همکاران ۲۰۱٤ کانی‌های شناسایی شده در آسیای میانه شامل فیلوسیلیکات ٤١ ٪، کانی‌های رسی ۲۲٪، میکا و کلریت ۱۹ ٪، کربنات ١٤ ٪، کلسیت ۱۳ ٪، دولومیت ۱٪، کوارتز ۹ ٪ و فلدسپات ٦ ٪ است که با کانی‌های موجود در نمونه‌های شــمال شــرق مشــابهت دارد با توجه به مســیر حرکت ذرات گرد و غبار با توجه به خروجی‌های مدل Hysplit می‌توان این احتمال را در نظر گرفت که منشأ کانی‌های موجود در منطقه از آسیای میانه نشات گرفته باشد.

۳-٦- بررسی عناصر موجود در زیرگردها و پتانسیل بیمایرزایی آن

از آنجایی که میزان عناصر سرب (۱۹/۵۱ppm)، مس (۲۹/۹۱ppm) و منگنز (٤۰۰ppm) بیشتر از حد مجاز اعلام شده است در نتیجه وجود سرب می‌تواند باعث بروز مشکلات رفتاری، عقب ماندگی ذهنی، کاهش باروری زنان و کم خونی شود، مس افسردگی و التهاب چشم و منگنز باعث عفونت و اختلال در حرکت دست و انگشتان ساکنین منطقه شود.

٤- نتیجه‌گیری

بررسی ارتفاعی مسیر حرکت ذرات در بازه نمونه برداری بر اساس خرجی‌های مدل HYSPLIT نشان دهنده این است که احتمالاً ذرات منتقله توسط باد از ترکمنستان و بخش کوچکی از ازبکستان به منطقه مورد مطالعه وارد شده است. عناصر موجود در گرد و غبار منطقه مورد مطالعه در مقایسه گرد و غبار جهانی نشان می‌دهد که CaO تقریباً ۲ برابر درصد جهانی است و سایر اکسیدها تقریباً با درصدهای جهانی تطابق دارد. عناصر موجود در نمونه‌های تایباد بیشتر از سرخس است و همچنین میزان عناصر موجود در نمونه‌گیرهای ته‌نشینی بیش از عبوری است که این کارایی بیشــتر این نمونه‌گیرها را در منطقه نشــان می‌دهد. ترکیب کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار نشان می‌دهد که کانی‌های تشــکیل دهنده نمونه‌های بیشــتر شامل کوارتز، کانی‌های رسی و کلسیت است. تشابه کانی‌شناسی بین آسیای میانه،

شمال شرق ایران و سیستان با توجه به مسیر حرکت گرد و غبار در جهت باد غالب و بر اساس مدل Hysplit نشان دهنده حرکت ذرات از آسیای میانه به سمت جنوب تا منطقه سیستان است. با توجه به نتایج آزمایش میزان عناصر سرب، مس و منگنز بیشتر از حد مجاز اعلام شده است و سلامت ساکنین منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

کتابنامه

اسمعیل زاده حسینی، میترا سادات. عظیم زاده، حمیدرضا. سودایی زاده، حمید؛ ۱۳۹۷. بررسی مقدار و توزیع مکانی آلاینده استرانسیم در غبار ریزشی بر سطح شهر یزد. محیط زیست طبیعی. منابع طبیعی ایران. دوره ۷۱. شماره ۱. صص ۱۱-۲٤.

امیدوار، کمال. نکونام، زری؛ ۱۳۹۰. کاربرد گلباد و گل‌غبار در تحلیل گرد و خاک و تعیین رژیم فصلی بادهای همراه با این پدیده مطالعه موردی شهر سبزوار. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۷٦:۸۵-۱۰٤.

حسین زاده، سیدرضا. محمدی مرادیان، جمیله؛ ۱۳۹٤. پایش ماهواره‌ای و تحلیل همدید پدیدهٔ گرو و غبار در کلان‌شهر مشهد طی دورهٔ آماری (۲۰۱۳-۲۰۰۹). جغرافیا و مخاطرات محیطی. شمارهٔ ۱٤. صص ۵۷-۳۵.

حسین‌زاده، سید رضا؛ ۱۳۷٦. بادهای ۱۲۰ روزه سیستان. فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی. شمارهٔ پیاپی ٤٦. صص ۱۰۳-۱۲۷.

دوستان، رضا؛ ۱۳۹۵. تحلیل فضایی گرد و غبار در شمالشرق ایران. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. سال چهارم. شماره ۲. پاییز و زمستان ۱۳۹۵. شماره پیاپی ۲۷. صص ٦۷-۹۰.

رضایی، سمیه. عباس‌نژاد، احمد. ذاکرین پور، زینب؛ ۱۳۹۲. بررسی ویژگی‌های کانی‌شناختی و شیمیایی غبار مناطق مختلف شهر کرمان. مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران. سال بیست ویکم. شماره ۲. صص ۲۸۹ - ۳۰۲.

رئیس پور، کوهزاد. طاووسی، تقی و خسروی، محمود؛ ۱۳۸۷. تحلیل آماری همدیدی پدیدهٔ گرد و غبار در استان خوزستان. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد اقلیم شناسی. زاهدان. دانشگاه سیستان و بلوچستان. ص ۱۵۷.

کریمیان، بهناز. لندی، احمد. حجتی، سعید. احدیان، جواد؛ ۱۳۹۵. بررسی خصوصیات فیززیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی گرد و غبار شهر اهواز. تحقیقات آب و خاک ایران. دوره ٤۷. شماره ۱. صص ۱۵۹-۱۷۳.

کیخسروی، قاسم. میرزائی، سهام؛ ۱۳۹٤. شناسایی و شبیه سازی پدیده گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *دومین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست*. تهران: مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار. تهران

لشکری، حسن. کیخسروی، قاسم؛ ۱۳۸۷. تحلیل آماری سینوپتیکی توفان‌های گرد و غباری استان خراسان رضوی در فاصله زمانی (۲۰۰۵-۱۹۹۳). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ٦۵. صص ۳۳-۱۷.

Ashrafi, K. Shafipour-Motlagh, M. Aslemand,A.Ghader, S., 2014. Dust storm simulation over Iran using HYSPLIT. Journal of Environmental Health Science & Engineering 5, 51–62.

Awadh S. M. 2012. Geochemistry and mineralogical composition of the airborne particles of sand dunes and dust storms settled in Iraq and their environmental impacts. Environ Earth Sciences 66:2247–2256. DOI 10.1007/s12665-011-1445-6

Donyaei, A. Pourkhabbaz, A., 2017**.** A Comparative Study of the Physico-Chemical Characteristics of Dust-Full Particles in Three Stations of Birjand City in Eastern Iran. Journal of Climatology & Weather Forecasting, 5(2) DOI: 10.4172/2332-2594.1000207.

GuangJian, W., TanDong, Y., BaiQing, X., LiDe, T., Zhen, L. DuanKeqin, D., 2008. Seasonal variations of dust record in the Muztagata ice cores. Chinese Science Bulletin, Science in china press Springer. Chinese Science Bulletin. 53: 2506–2512.

Kaskaoutis, D. Rashki, A. Francois, P. Dumka, U. Houssos, E. Legrand, M., 2015. Meteorological regimes modulating dust outbreaks in southwest Asia: Aeolian Research 18: 83–97.

Kasper-Zubillaga, J.J., 2008. Rare earth elements of the Altar Desert dune and coastal sands, Northwestern Mexico. Chemie der Erde-Geochemistry, 68(1): 45-59.

Lawrence, C.R., Neff, J.C., 2009. The contemporary physical and chemical flux of aeolian dust: a synthesis of direct measurements of dust deposition. Chemical.Geolgy. 267, 46–63.

Li, J., G. S. Okin, L. Alvare and H. Epstein., 2008. Effects of wind erosion on the spatial heterogeneity of soil nutrients in two desert grassland communities. Biogeochemi. 88: 73-88.

Liu, G. Park, S.-U., 2007. The Logarithm-Linear relationship of the occurrence frequency to the duration of sand-dust storms: Evidencee from observational data in China. Journal of Arid Environments, 71: 243-249.

Opp, C. Groll, M. Aslanov, I. Lotz, T. Vereshagina, N., 2016. Aeolian dust deposition in the southern Aral Sea region (Uzbekistan). Quaternary International 429: 86-99.

Orlovsky, L. 2004. Dust storms in Turkmenistan, Journal of Arid Environments, 60: 83-97.

Rashki, A. Eriksson, P. G., Rautenbach, C. J. d. W. Kaskaoutis, D. G., Grote, W., & Dykstra, J., 2013. Assessment of chemical and mineralogical characteristics of airborne dust in the Sistan region, Iran. Chemosphere, 90: 227-236.

Schettler, G. Shabunin, A. Kemnitz, H. Knoeller, K. Imashev, S. Rybin, A. Wetzel, H., 2014. Seasonal and diurnal variations in dust characteristics on the northern slopes of the Tien Shan – Grain-size, mineralogy, chemical signatures and isotope composition of attached nitrate. Journal of Asian Earth Sciences 88: 257–276.

Tanaka, T. Y., 2005. Possible transcontinental dust transport from North Africa and the Middle East to East Asia, Atmospheric Environment. 39: 3901-3909.

Wu, G. Xu, B. Zhang, C. Gao,S. Yao, T., 2009. Geochemistry of dust aerosol over the Eastern Pamirs. Geochimica et Cosmochimica Acta. 73(4): p. 977-989.

Zarasvandi, A., E.J.M. Carranza, F.Rastmanesh., 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical–geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). Journal of Geochemical Exploration 111:138–151.